

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-350779

(P2002-350779A)

(43) 公開日 平成14年12月4日 (2002.12.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 5 2
19/00		19/00	2 H 0 8 8
27/00		G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/13	5 0 5	1/13357	2 H 0 9 9
1/13357		G 0 3 B 21/00	E
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-162030 (P2001-162030)

(22) 出願日 平成13年5月30日 (2001.5.30)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 秋山 光一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100061273

弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

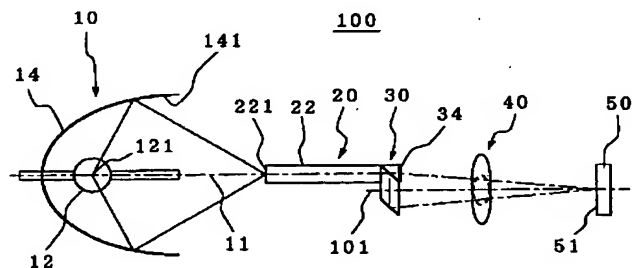
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学系、液晶表示装置およびプロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 ロッドのごとき光伝送体を用いることによる構成の簡潔さは失わずに結像の筋や照明領域の色ムラを生じないようにした照明光学系並びにこれを利用した液晶表示装置およびプロジェクタを提供する。

【解決手段】 光源装置10と、光源装置10から出射される光線束の焦点またはその近傍に入射側端面が配置された棒状の光伝送体20と、光伝送体20の出射側端面もしくはその近傍または中間部に配置された偏光発生光学系30と、偏光発生光学系30の透過系および反射系の光路上に配置された偏心系レンズ40とを備えた構成とする。



- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 10: 光源装置    | 20: 光伝送体    | 40: 偏心系レンズ  |
| 11: 光源光軸    | 22: ロッド     | 50: 液晶パネル   |
| 12: 光源ランプ   | 30: 偏光発生光学系 | 51: 照明領域    |
| 14: 楕円リフレクタ | 34: 選択的位相差板 | 100: 照明光学系  |
|             |             | 101: システム光軸 |

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源装置と、  
前記光源装置から出射される光線束の焦点またはその近傍に入射側端面が配置された棒状の光伝送体と、  
前記光伝送体の出射側端面もしくはその近傍または中間部に配置された偏光発生光学系と、  
前記偏光発生光学系の透過系および反射系の光路上に配置された偏心系レンズと、を備えたことを特徴とする照明光学系。

【請求項2】 前記光源装置は、楕円リフレクタを含み、該楕円リフレクタの第2焦点またはその近傍に前記光伝送体の入射側端面を配置することを特徴とする請求項1記載の照明光学系。

【請求項3】 前記光源装置は、パラボラリフレクタと凸レンズを含み、該凸レンズの焦点またはその近傍に前記光伝送体の入射側端面を配置することを特徴とする請求項1記載の照明光学系。

【請求項4】 前記光伝送体は、ロッドからなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項5】 前記偏光発生光学系は、偏光分離膜と反射膜とを含む偏光ビームスプリッタからなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項6】 前記偏光発生光学系の反射系を構成する透光性部材の長さを調節することにより、透過系と反射系の間隔を調節してなることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項7】 前記偏光発生光学系は、前記透過系に配置された偏光ビームスプリッタと、前記反射系に配置された全反射プリズムとを含むことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項8】 前記偏光ビームスプリッタと前記全反射プリズムとの間に透光性部材を介在させたことを特徴とする請求項7記載の照明光学系。

【請求項9】 前記偏光発生光学系の透過系または反射系のいずれか一方に位相差板を配置したことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項10】 前記偏光発生光学系の出射面は、照明領域と相似形となっていることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項11】 前記偏心系レンズは、前記偏光発生光学系の透過系および反射系にそれぞれ配置された2枚の凸レンズからなることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項12】 前記2枚の凸レンズは、前記光源装置の光源光軸に平行なシステム光軸に対して互いに逆方向に偏心して配置されていることを特徴とする請求項11記載の照明光学系。

【請求項13】 前記2枚の凸レンズは、ほぼ同一の焦点距離を有することを特徴とする請求項11または12

記載の照明光学系。

【請求項14】 前記2枚の凸レンズは、干渉部分を除去してなることを特徴とする請求項11～13のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項15】 前記2枚の凸レンズは、干渉部分を除去し、一体に接合した一体型偏心レンズからなることを特徴とする請求項11～14のいずれかに記載の照明光学系。

【請求項16】 請求項1～15のいずれかに記載の照明光学系と、該照明光学系の偏心系レンズの焦点またはその近傍に配置された液晶パネルとを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項17】 前記照明光学系は、光源光軸に平行なシステム光軸を有し、前記液晶パネルは前記システム光軸を中心とするように配置されていることを特徴とする請求項16記載の液晶表示装置。

【請求項18】 請求項1～15のいずれかに記載の照明光学系と、該照明光学系からの入射光を画像情報に応じて変調する一または複数の電気光学装置と、該電気光学装置で得られる変調光線束を投写する投写光学系とを備えたことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項19】 前記照明光学系と色光分離光学系との間に反射ミラーを配置したことを特徴とする請求項18記載のプロジェクタ。

【請求項20】 前記電気光学装置は、前記色光分離光学系により分離される3色の色光のそれぞれに対応して配置してなることを特徴とする請求項18または19記載のプロジェクタ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、棒状の光伝送体を用いた照明光学系、並びにこの照明光学系を用いた液晶表示装置およびプロジェクタに関する。

【0002】

【従来の技術】アクティブ方式の液晶表示装置は、例えばプロジェクタに利用されている。かかる液晶表示装置（液晶ライトバルブとも称される。）は、画素毎に駆動素子としての薄膜トランジスタ（TFT）やダイオード等を有し、画像情報（画像信号）に応じて入射する光を変調することにより画像を形成する。そして、一般的なプロジェクタは、例えば特開平2000-292740号公報に示されるように、光源から出射された偏りのない光を所定の直線偏光光に変換して出射する偏光発生光学系を含む照明光学系と、照明光学系から出射された直線偏光光を赤、緑、青の3色の色光に分離する色光分離光学系と、画像情報（画像信号）に応じて各色光を変調する3つの液晶ライトバルブと、変調された各色光を合成するクロスダイクロイックプリズムからなる色光合成光学系と、合成された光をスクリーン上に投写する投写光学系とを具備する構成となっている。

(3)

3

【0003】このような液晶ライトバルブの照明光学系における従来技術の問題点を図面を用いて説明する。図8に、従来の照明光学系の概要図を示す。この照明光学系700は、光源装置710とインテグレート光学系720からなり、光源装置710は光源ランプ711と放物面鏡（パラボラリフレクタ）712からなっている。インテグレート光学系720は、第1レンズアレイ722、第2レンズアレイ724、遮光板726、偏光変換素子アレイ727、 $\lambda/2$ 位相差板（ただし、 $\lambda$ は光の波長）728、および重畳レンズ729を備えている。

【0004】第1レンズアレイ722は、光源装置710から出射される略平行な光線束を複数の部分光線束に分割するもので、複数の小レンズ722aを有するマルチレンズアレイである。第2レンズアレイ724と重畳レンズ729は、分割された部分光線束を液晶パネル900の照明領域に重ね合わせるように結像させるためのもので、第1レンズアレイ722の小レンズ722aに対応する小レンズ724aを有するマルチレンズアレイである。

【0005】遮光板726は、開口部726aと遮光部726bが交互にストライプ状に配列されたもので、開口部726aを通して偏光変換素子アレイ727に入射する入射光量を調節する機能を有する。偏光変換素子アレイ727は、入射された光線束を1種類の直線偏光光（s偏光光あるいはp偏光光）に変換して出射する機能を有するもので、偏光分離膜727aと反射膜727bを有する偏光ビームスプリッタアレイである。この偏光変換素子アレイ727の出射面には選択的に配置された $\lambda/2$ 位相差板728が設けられている。

【0006】重畳レンズ729は、球面状の凸面を有する平凸レンズであり、偏光変換素子アレイ727と $\lambda/2$ 位相差板728により1種類の直線偏光光のそれぞれを液晶パネル900の照明領域に重畳して照射する機能を有するものである。

【0007】上記のように構成された照明光学系700では、光源装置710から出射された略平行な光線束は第1レンズアレイ722によって複数の部分光線束に分割され、それぞれ分割された部分光線束はさらに第1レンズアレイ722によって偏光変換素子アレイ727に集光される。この偏光変換素子アレイ727において、各部分光線束のs偏光光は偏光分離膜727aによって反射され、さらに反射膜727bによって反射されて、 $\lambda/2$ 位相差板728の開口層よりs偏光光のまま出射する。一方、各部分光線束のp偏光光は、偏光分離膜727aを透過し、 $\lambda/2$ 位相差板728により偏光方向を変換されてs偏光光となって出射する。このように、ほとんど1種類の直線偏光光に変換した部分光線束を重畳レンズ729により液晶パネル900の照明領域に重畳させるので、照明領域を照射する光の強度分布をほぼ均一にすることができる。

4

【0008】しかしながら、従来の照明光学系700は、上記のように、光源装置710、第1レンズアレイ722、第2レンズアレイ724、遮光板726、偏光変換素子アレイ727、 $\lambda/2$ 位相差板728、および重畳レンズ729から構成されているので、マルチレンズやその他の多くの光学部材を必要とし、構成が複雑で光路長が長くなるなどの問題があった。

【0009】そこで、照明光学系をより簡単な構成とするために、ロッド（ロッドインテグレート）を用いた照明光学系が知られている。例えば、図9に示すように、出射側端面に偏光ビームスプリッタ（PBSと略記する。）830を取り付けたロッド820を用いた構成とする。すなわち、この照明光学系800は、光源装置810と、ロッド820と、PBS830と、レンズ840とからなるものである。

【0010】光源装置810は、光源ランプ811と楕円リフレクタ812とからなっている。ロッド820は、ガラス材からなる棒状の光伝送体であり、断面が四角形で、側面（内面）は光が全反射するように設定されている。このロッド820は光源光軸801上に同心状に配置され、ロッド820の入射側端面821は楕円リフレクタ812の第2焦点の近傍に配置されている。

【0011】PBS830は、ロッド820から出射される光線束をs偏光光とp偏光光に分離するもので、s偏光光を反射しp偏光光を透過する偏光分離膜832と、反射されたs偏光光を再度反射して開口面より出射する反射面834とを有する光学素子である。そしてさらに、偏光分離膜832を透過したp偏光光をs偏光光に変換して出射するように、PBS830の出射面には $\lambda/2$ 位相差板836が取り付けられている。

【0012】レンズ840は、凸レンズからなり、かつ、光源光軸801より偏心した位置、すなわちPBS830の透過系と反射系の境界位置831にレンズ840の光軸841が来るように、しかもその境界位置831を焦点とする位置に配置されている。

【0013】このようなロッド820による照明光学系800を用いると、光源装置810から放射された光線束は、楕円リフレクタ812の第2焦点近傍に配置されたロッド820の入射側端面821に焦点を結び（結焦し）、ロッド820の側面（内面）で多重反射しながら出射側端面より出射するので、出射側端面の照度分布が均一になるものである。そして、ロッド820の出射側端面に取り付けられたPBS830によって、ロッド820より出射される光線束を2つの直線偏光光に分離し、一方のp偏光光は偏光分離膜832を透過し、さらに $\lambda/2$ 位相差板836により偏光方向を変換して出射する透過系となし、他方のs偏光光は偏光分離膜832および反射面834でそれぞれ反射させる反射系となして、ともにレンズ840に入射させる。そして、このレンズ840により透過系および反射系の各々分離さ

(4)

5

れた直線偏光光の光線束を液晶パネル900の照明領域に結像させる。

【0014】しかし、この照明光学系800の構成では、透過系と反射系が光軸841をはさんで反対側にあるため、透過系は液晶パネル900の紙面上下半分を、反射系は液晶パネル900の紙面上上半分を照明しているので、照明領域の中央部に結像の筋ができたり、また偏光分離膜832の反射率を透過系と反射系とで必ずしも50%対50%に製作することができない(例えば、透過系が55%、反射系が45%になったりする)ため、照明領域に色ムラが生じたりする問題があった。

【0015】上記の問題点を解決するための一つの手段として、例えば、図10に示すように、2つの凸レンズによってタンデム系を構成し、その間にPBSを配置するものがある。この照明光学系802では、第1レンズ824を光源光軸801上に配置し、第1レンズ824によりロッド820から出射される光線束を平行化して、この平行光をPBS830に入射させている。PBS830では、上述したように2つの直線偏光光に分離し、透過系と反射系とを共に平行光で第2レンズ(重畳レンズ)840に入射させているので、液晶パネル900の照明領域では透過系と反射系の結像が重なり合うため、上記のような結像の筋や照明領域の色ムラをなくすことができる。

【0016】しかしながら、この照明光学系802では、第1レンズ824および第2レンズ840がそれぞれ焦点距離 $f_1$ 、 $f_2$ をもつ必要があるため、光路長が長くなり、また第2レンズ840が大径化するので照明光学系が大きくなる、部品点数が増えコスト高になるなどの問題があった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のロッドを用いた照明光学系では、マルチレンズを用いたものよりも構成が簡単になるものの、液晶パネルにおいて結像の筋や照明領域の色ムラが生じたり、これを解消するための構成でも2つの凸レンズを用いているため、照明光学系が大きくなりコスト高になるなどの問題があった。

【0018】本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、ロッドのごとき光伝送体を用いることによる構成の簡潔さは失わずに結像の筋や照明領域の色ムラを生じないようにした照明光学系を提供することを目的としている。また、本発明の他の目的は、かかる照明光学系を利用することにより、コンパクトで安価な液晶表示装置およびプロジェクタを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明に係る照明光学系は、光源装置と、前記光源装置から出射される光線束の焦点またはその近傍に入射側端面が配置された棒状の光伝送体と、前記光伝送体の出射側端面もしくはその近傍

6

または中間部に配置された偏光発生光学系と、前記偏光発生光学系の透過系および反射系の光路上に配置された偏心系レンズと、を備えたことを特徴とするものである。

【0020】本発明の照明光学系では、偏心系レンズを用い、この偏心系レンズを偏光発生光学系の透過系および反射系の光路上に配置しているので、液晶パネルの照明領域においては透過系の像と反射系の像が重なり合っ10 て結像することになるため、照明領域の中央部に結像の筋は生じない。また、偏光発生光学系の偏光分離膜の透過率が製造上のバラツキ(不可避免的バラツキ)のため透過系と反射系とで必ずしも同じにできない場合でも、偏心系レンズにより透過系と反射系を照明領域に重ね合わせて結焦させるので、照明領域はほぼ同一の照度分布となり色ムラや明暗などは生じない。

【0021】本発明の照明光学系において、光源装置から出射される光線束を焦点に結焦させる一手段として、光源装置の反射鏡に楕円リフレクタを用いる。この場合、光源ランプを楕円リフレクタの一方の第1焦点に配置することにより、光源ランプから出射される放射状の光線束を楕円リフレクタにより反射させてもう一つの第2焦点に結焦させることができる。したがって、楕円リフレクタの第2焦点またはその近傍に光伝送体の入射側端面を配置することにより、光源装置からの光線束を効率よく伝送することができる。

【0022】光源装置から出射される光線束を焦点に結焦させる別の手段は、光源装置の反射鏡にパラボラリフレクタを用い、その焦点に配置された光源ランプから出射される放射状の光線束を平行光となして凸レンズに入射させるものである。したがって、この凸レンズの焦点またはその近傍に光伝送体の入射側端面を配置することにより、上記と同様の効果が得られる。ただ、請求項2に記載の発明と比べて部品点数が1つ増えるため、その限りにおいて若干コスト高になることは否めないが、照明光学系の構成全体としてのコンパクト性はほとんど変わらない。なお、照明光の効率的利用の観点からは、凸レンズを含まない請求項2に記載の発明の方が優れている。

【0023】光伝送体には、一般に安価に入手できるロッドを用いることが適当である。ロッドは、光源光軸上に同心状に配置される。ロッドの断面形状は特に限定されないが、一般的には四角形である。

【0024】偏光発生光学系は、偏光分離膜と反射膜とを含む偏光ビームスプリッタからなるものである。偏光発生光学系は光伝送体(ロッド)の出射側端面もしくはその近傍または中間部に配置される。光伝送体(ロッド)の出射側端面に直接取り付けてもよいし、若干隙間を設けて配置してもよい。また、光伝送体(ロッド)の中間部に介在させてもよい。このように偏光発生光学系は光伝送体(ロッド)の出射側において任意の位置に配50

(5)

7

置することができる。

【0025】また、偏光発生光学系の反射系を構成する透光性部材の長さを調節することにより、透過系と反射系の間隔を調節してなるものである。すなわち、偏光発生光学系の反射系を構成する透光性部材の長さによって、透過系と反射系の間隔を自由に設定することができる。そして、この透光性部材の断面中心と液晶パネルの照明領域の中心とを結ぶ直線がシステム光軸として設定され、システム光軸が偏心系レンズの基準軸となる。なお、システム光軸は光源光軸に平行な偏心軸である。

【0026】偏光発生光学系の透過系と反射系の間隔を自由に設定できることから、偏光発生光学系は、透過系に配置された偏光ビームスプリッタと、反射系に配置された全反射プリズムとから構成することができる。つまり、偏光ビームスプリッタの反射膜を有する透光性部材を全反射プリズムで代用するものである。

【0027】また、偏光発生光学系の透過系と反射系の間隔を自由に設定できることから、偏光ビームスプリッタと全反射プリズムとの間にブロック状あるいはチップ状の透光性部材を介在させることもできる。

【0028】偏光発生光学系の透過系または反射系のいずれか一方に位相差板を配置する。偏光発生光学系は、光源装置から出射される偏りのない照明光を効率よく利用する目的で設けるものである。透過系または反射系のいずれか一方に位相差板を配置することにより、偏りのない照明光をほとんど1種類の直線偏光光として出射させることができる。

【0029】偏光発生光学系の出射面は、照明領域と相似形となっている。これによって、透過系と反射系の照明光（光線束）が全く同じ大きさで照明領域に重畳されることになる。ただし、偏光発生光学系を光伝送体の中間部に介在させた場合は、光伝送体の出射面が、照明領域と相似形となっている。

【0030】偏心系レンズは、偏光発生光学系の透過系および反射系にそれぞれ配置された2枚の凸レンズからなるものである。この2枚の凸レンズによって、透過系と反射系の照明光を全く同じ大きさで照明領域に重畳させることができる。

【0031】2枚の凸レンズは、光源装置の光源光軸に平行なシステム光軸に対して互いに逆方向に偏心して配置されている。すなわち、システム光軸に直交する直線上に、システム光軸を挟んで反対側に各凸レンズを配置する。各凸レンズの中心はシステム光軸に対して偏心している。各凸レンズの偏心量は同一とすることが望ましい。

【0032】また、2枚の凸レンズは、ほぼ同一の焦点距離を有することが望ましい。このように各凸レンズで偏心系レンズを構成することによって、透過系と反射系の照明光を全く同じ大きさで照明領域に重畳させることができる。

8

【0033】各凸レンズは、システム光軸上で干渉する部分が生じる場合がある。ここで、「干渉」とは、凸レンズの光学上の意味ではなく、配置上の意味での干渉（衝突、妨げ）である。したがって、このような場合には各凸レンズの干渉部分をカットなどして除去する。

【0034】また、各凸レンズの干渉部分を除去し、一体に接合した一体型偏心レンズとすることもできる。

【0035】本発明に係る液晶表示装置は、請求項1～15のいずれかに記載の照明光学系と、該照明光学系の偏心系レンズの焦点またはその近傍に配置された液晶パネルとを備えたことを特徴とする。

【0036】本発明による照明光学系は、上述したようにコンパクトな構成であるうえに、照明領域における結像の筋や色ムラなどの問題が解消されているので、この照明光学系の上記偏心系レンズの焦点またはその近傍に液晶パネルを配置することにより、明るくて見やすい画面が得られるとともに、小型・コンパクトで安価な液晶表示装置が得られる。

【0037】照明光学系は、光源光軸に平行なシステム光軸を有し、液晶パネルはシステム軸を中心とするように配置されていることが好ましい。このように構成することによって、液晶パネル全体を均一に照明することができる。なお、液晶パネルは、いわゆる「光透過型」、「光反射型」のいずれにも適用できるものである。

【0038】本発明に係るプロジェクタは、請求項1～15のいずれかに記載の照明光学系と、該照明光学系からの入射光を画像情報に応じて変調する一または複数の電気光学装置と、該電気光学装置で得られる変調光線束を投写する投写光学系とを備えたことを特徴とする。

【0039】光変調手段としての電気光学装置には、一般に液晶パネルまたは液晶ライトバルブが利用されるが、これに限られるものではない。また、液晶パネル等の使用枚数から、単板式、2板式、3板式、4板式等があるが、いずれの方式のものでも使用可能である。また、カラー表示の場合は、電気光学装置からの出射光を合成してから投写する。

【0040】照明光学系と色光分離光学系との間に反射ミラーを配置することにより、照明光学系のシステム光軸を直角その他の角度に屈折できるので、光学要素（部材）のレイアウトの自由度が増し、プロジェクタの小型化に寄与する。

【0041】カラー表示とする場合には、電気光学装置を色光分離光学系により分離される3色の色光のそれぞれに対応して配置することが好ましい。以上のような構成により、顧客のニーズに対応した、小型・コンパクトな安価なプロジェクタが得られる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の照明光学系の概要を示す平面図である。この照明光学系100は、光源装

50

(6)

9

置10と、棒状の光伝送体20と、偏光発生光学系30と、偏心系レンズ40とから構成されている。50は液晶パネル、51は液晶パネル50の照明領域である。

【0043】光源装置10は、光源ランプ12と、ここでは楕円リフレクタ14とを備えている。楕円リフレクタ14は、光源光軸11に軸対称な回転楕円面をもつ凹面14-1を反射面とする反射鏡である。そのため、回転楕円面のもつ2つの焦点のうちリフレクタ内に位置する焦点(第1焦点)に光源ランプ12の中心12-1を配置すれば、光源ランプ12から放射された光線は凹面14-1によって反射されて回転楕円面のもう一つの焦点(第2焦点)に集まる(結焦する)。ここで、「光源ランプの中心」とは、光源ランプ12のアーカの中心12-1を意味している。

【0044】楕円リフレクタ14の反射面には、例えば、誘電体多層膜あるいはアルミニウム膜や銀膜などの金属反射膜が形成されている。また、光源ランプ12には、ハロゲンランプやメタルハライドランプ、高圧水銀ランプなどが用いられる。

【0045】棒状の光伝送体20は、その一例を図2に示すように、一般的にはガラス材からなる断面が四角形のロッド(ロッドインテグレートとも呼ばれる。)22からなっている。なお、ロッド22の断面形状は特に限定されない。ロッド22は、光源光軸11と同心状に配置され、さらにロッド22の入射側端面22-1は、楕円リフレクタ14の第2焦点もしくはその近傍に配置されている。そのため、このロッド22は、入射側端面22-1から入射した光を、側面(内面)で全反射を繰り返しながら出射側端面22-2に導光し、出射側端面22-2において均一な面光源を形成する光学作用を有している。ロッド22の長さは特に限定されないが、上記光学作用を行わせるためにはある程度の長さは必要である。

【0046】偏光発生光学系30は、光伝送体20の出射面側に配置されている。出射側端面22-2に直接取り付けでもよいし、その近傍すなわち出射側端面22-2との間に間隙を設けて配置してもよい。また、図5に示すようにロッド22の中間部に配置することもできる。偏光発生光学系30は、例えば、偏光ビームスプリッタ(PBSと略記する)32と、選択的位相差板34とから構成されている。

【0047】図3は偏光ビームスプリッタの光学作用を示す説明図である。PBS32は、偏りのない照明光を効率よく利用するために直線偏光光を発生させる偏光発生光学系30を構成するもので、断面が直角三角形のブロック状(あるいはチップ状)の透光性部材32-1と断面が平行四辺形のブロック状(あるいはチップ状)の透光性部材32-2とを貼り合わせた構成となっている。そして、両透光性部材32-1、32-2の接合界面および透光性部材32-2の外部斜面にはそれぞれ偏光分離膜32-3と反射膜32-4が形成されている。また、偏光発生光

10

学系30の出射面の形状、すなわち透光性部材32-1、32-2の出射面32-5、32-6のそれぞれは、液晶パネル50の照明領域51と相似形となっている。

【0048】選択的位相差板34は、この例では $\lambda/2$ 位相差板( $\lambda$ は光の波長)34-1となっており、PBS32の出射面に選択的に配置されている。 $\lambda/2$ 位相差板34-1によって、偏光分離膜32-3を透過するp偏光光をs偏光光に変換して出射する。PBS32から出射する直線偏光光をp偏光光に揃えたい場合には、 $\lambda/2$ 位相差板34-1は反射系側の透光性部材32-2の出射面に配置すればよい。

【0049】偏心系レンズ40は、液晶パネル50の照明領域51を均一に照明する重畳レンズとしての機能を有するものである。この偏心系レンズ40は、PBS32から出射される直線偏光光の透過系および反射系のそれぞれの光路に配置される2枚の凸レンズ(偏心レンズ)42、44からなるものである。凸レンズ42、44は、光源光軸11に平行なシステム光軸10-1に対して互いに逆方向(図1において上下方向)に偏心している。システム光軸10-1は、反射系側透光性部材32-2の断面中心(図1の場合は、平行四辺形断面の対角線の交点)と液晶パネル50の照明領域51の中心とを結ぶように設定される軸線である。各凸レンズ42、44は、システム光軸10-1に直交する直線上に同一の偏心量で配置されている。

【0050】このように各凸レンズからなる偏心レンズ42、44は、液晶パネル50上に焦点を結ぶ(結焦する)ように配置されるので、2つの偏心レンズ42、44が互いに干渉するような場合には干渉部分(図1等において点線で示す部分)43、45をカットしてから使用する(配置する)。あるいは、2つの偏心レンズ42、44を干渉部分を除去して一体的に接合した「8の字」状もしくは藕形状の一体型偏心レンズ46を使用してもよい(図4(c)参照)。偏心レンズ42、44の除去する部分は、一方の偏心レンズ42はシステム光軸10-1より下側の部分、他方の偏心レンズ44はシステム光軸10-1より上側の部分である。

【0051】この実施形態の照明光学系100は、上記のように構成されているので、次にその光学作用を説明する。

【0052】光源装置10において、光源ランプ12より放射状に出射された光線束(照明光)は、楕円リフレクタ14により反射され、楕円リフレクタ14の第2焦点に結焦する。楕円リフレクタ14の第2焦点またはその近傍に、ロッド22の入射側端面22-1が配置されているので、光源装置10から出射された光線束はロッド22の入射側端面22-1より入射し、ロッド22の中を側面で反射を繰り返して導光され、出射側端面22-2より均一な照度分布をもつ状態となって、すなわち面光源の状態で出射する。



(7)

11

【0053】 ロッド22の出射側端面222より出射した光線束は、PBS32において、偏光分離膜323によりp偏光光とs偏光光に分離され、p偏光光は偏光分離膜323を透過する透過系となり、s偏光光は偏光分離膜323により反射されて透光性部材322の反射膜324に向かい、この反射膜324で再度反射されて出射する。ここにs偏光光の反射系が形成される。偏光分離膜323を透過したp偏光光は $\lambda/2$ 位相差板341により偏光方向を変換されてs偏光光となって出射される。このようにして透過系と反射系とで位相の揃った波長の直線偏光光が偏光発生光学系30より出射され、偏心系レンズ40に入射する。

【0054】 ここで、偏心系レンズ40の光学作用を図4を参照して説明する。図4(a)は偏心レンズ42の光学作用を示し、図4(b)は偏心レンズ44の光学作用を示す。また、図4(c)は両者を重ね合わせて示したものである。図4において、101はシステム光軸、421は偏心レンズ42の中心、422は偏心レンズ42の光軸、441は偏心レンズ44の中心、442は偏心レンズ44の光軸を示す。また、43、45は偏心レンズ42、44の干渉部分で、除去する部分である。

【0055】 図4(a)において、システム光軸101の上に置いた直立物体P1は、偏心レンズ42により、システム光軸101および偏心レンズ42の光軸422と直交する倒立像Q1を形成する。直立物体P1の光軸422からの線分長さp11、p12は、それぞれ、倒立像Q1において光軸422からの線分長さq11、q12に対応する。

【0056】 図4(b)においては、システム光軸101の下に置いた倒立物体P2は、偏心レンズ44により、システム光軸101および偏心レンズ44の光軸442と直交する直立像Q2を形成する。倒立物体P2の光軸442からの線分長さp21、p22は、それぞれ、直立像Q2において光軸442からの線分長さq21、q22に対応する。

【0057】 偏心レンズ42と偏心レンズ44の焦点距離は等しいので、図4(c)に示すように、液晶パネル50上において像Q1と像Q2とが同じ大きさに重ね合わせられる。したがって、照明領域51の中央部に結像の筋が生じたり、またPBS32の偏光分離膜323の反射率が製造上のバラツキにより50%対50%と同じでなくても、照明領域51に色ムラや明暗等が生じたりするようなことは全くない。よって、液晶パネル50の照明領域全体を均一な照度分布で照明することができる。

【0058】 図5はロッドにおけるPBSの設置位置を示すものである。PBS32は、図1の実施形態ではロッド22の出射側端面222またはその近傍に配置したが、図5に示すようにロッド22の中間部に設置してもよいものである。PBS32の透過系には、偏光分離膜

12

323を介して第2ロッド24が配置され、PBS32の反射系には、透光性部材327および全反射プリズム328を介して第3ロッド26が配置されている。また、透光性部材327の長さを調節することにより第2ロッド24と第3ロッド26の間隔を自由に調節(設定)することができる。なお、この間隔および第2、第3のロッド24、26の長さをあまり長くすると楕円偏光になるので好ましくない。選択的位相差板34は、第2ロッド24または第3ロッド26の出射面側に配置される。また、全反射プリズム328はロッド22に接触する状態に配置することもできる。

【0059】 図6は本発明の照明光学系の他の実施形態を示す概略平面図である。この実施形態では、光源装置10がパラボラリフレクタ16と凸レンズ18とを含む構成となっている点が図1の実施形態と相違する。パラボラリフレクタ16は、光源光軸11に軸対称な回転放物面をもつ凹面161を反射面とする反射鏡である。そのため、回転放物面の焦点に光源ランプ12の中心を配置すれば、光源ランプ12から放射状に出射する光線束は光源光軸11に平行な平行光となって凸レンズ18に入射するので、この凸レンズ18の焦点またはその近傍にロッド22の入射側端面221を配置することにより、図1の実施形態と同様の作用効果が得られる。

【0060】 次に、本発明の照明光学系を適用したプロジェクタの一例を図7に示す。図7は図1の照明光学系100を利用したもので、この利用形態のプロジェクタ1000は赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の色光にそれぞれ対応する3つの液晶ライトバルブ300R、300G、300Bを備えているが、液晶パネルまたは液晶ライトバルブは単板式、2板式、あるいは4板式の場合でも同様に本発明の照明光学系を適用することができるものである。

【0061】 図7のプロジェクタ1000では、上述した照明光学系100と、照明光を3色の色光に分離する色光分離光学系200と、リレー光学系210と、3つの液晶ライトバルブ300R、300G、300Bと、色光合成光学系であるクロスダイクロイックプリズム400と、投写光学系500とを主要な構成要素としている。また、照明光学系100と色光分離光学系200の間には反射ミラー110を配置してシステム光軸101を直角に屈折することにより、プロジェクタ1000を小型、コンパクトに構成している。

【0062】 このプロジェクタ1000では、照明光学系100から出射された光線束(照明光)は、その光線束の焦点またはその近傍に入射側端面が配置された光伝送体20によって導光され、出射側端面から出射する光線束は偏光発生光学系30によってほとんど1種類の直線偏光光に変換されて出射し、さらに偏心系レンズ40によって重畳されたのち、反射ミラー110により色光分離光学系200に導かれる。そして、色光分離光学系

(8)

13

200において赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の色光に分離され、分離された各色光は、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bにおいて画像情報に対応して変調される。変調された各色光は、クロスダイクロイックプリズム400で合成され、投写光学系500によってスクリーン(図示せず)上に画像が投写表示されることとなる。

【0063】色光分離光学系200は、2枚のダイクロイックミラー202、204と、反射ミラー206を備えており、照明光学系100から出射される光線束を、赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の色光に分離する機能を有する。第1ダイクロイックミラー202は、照明光学系100から出射された光の赤色光成分を透過させるとともに、青色光成分と緑色光成分とを反射する。第1ダイクロイックミラー202を透過した赤色光Rは、反射ミラー206で反射されて、クロスダイクロイックプリズム400へ向けて出射される。反射ミラー206により反射された赤色光Rは、さらにフィールドレンズ201を通して赤色光用の液晶ライトバルブ300Rに達する。フィールドレンズ201は、照明光学系100の偏心系レンズ40から出射される光線束をシステム光軸101に対して平行に変換するものである。なお、他の液晶ライトバルブ300G、300Bの光入射面側に設けられたフィールドレンズ203、205についても同様である。

【0064】第1ダイクロイックミラー202で反射された緑色光Gと青色光Bのうち、緑色光Gは第2ダイクロイックミラー204によって反射され、クロスダイクロイックプリズム400へ向けて出射される。第2ダイクロイックミラー204により反射された緑色光Gは、さらにフィールドレンズ203を通して緑色光用の液晶ライトバルブ300Gに達する。一方、第2ダイクロイックミラー204を透過した青色光Bは、色光分離光学系200から出射されて、リレー光学系210に入射する。

【0065】リレー光学系210は、入射側レンズ212と、リレーレンズ214と、反射ミラー216、218とを備えており、リレー光学系210に入射した青色光Bは、入射側レンズ212、反射ミラー216、リレーレンズ214、反射ミラー218およびフィールドレンズ205を経由して青色光用の液晶ライトバルブ300Bに達する。なお、青色光Bにリレー光学系210を用いている理由は、青色光Bの光路の長さが他の色光R、Gの光路の長さよりも長いためであり、光の拡散等による光の利用効率の低下を防止するためである。すなわち、入射側レンズ212に入射した照明光の光線束をそのまま、フィールドレンズ205に伝えるためである。

【0066】3つの液晶ライトバルブ300R、300G、300Bは、それぞれ、電気光学装置としての液晶

14

パネル(図示せず)と、その光入射面側および光出射面側に配置された偏光板(図示せず)とを備え、さらに、緑色光用の液晶ライトバルブ300G以外の赤および青色光用の液晶ライトバルブ300R、300Bは、それぞれ、光出射面側に $\lambda/2$ 位相差板(図示せず)を備えている。

【0067】上記のように色光分離光学系200により分離され、3つの液晶ライトバルブ300R、300G、300Bに入射した各色光は、与えられた画像情報(画像信号)に従って変調されて各色光の画像を生成する。

【0068】クロスダイクロイックプリズム400は、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bを透過して変調された3色の色光(変調光線束)を合成してカラー画像をあらわす合成光を生成する。クロスダイクロイックプリズム400には、赤色反射膜401と青色反射膜402が、4つの直角プリズムの界面に略X字状に形成されている。赤色反射膜401は赤色光を選択して反射する誘電体多層膜によって形成されており、青色反射膜402は青色光を選択して反射する誘電体多層膜によって形成されている。これらの赤色反射膜401と青色反射膜402によって3色の色光が合成されて、カラー画像をあらわす合成光が生成される。

【0069】なお、クロスダイクロイックプリズム400に形成された2つの反射膜401、402の反射特性は、s偏光光の方がp偏光光よりも優れており、逆に、透過特性は、p偏光光の方がs偏光光よりも優れているため、2つの反射膜401、402で反射すべき光をs偏光光とし、2つの反射膜401、402を透過すべき光をp偏光光としている。これは、クロスダイクロイックプリズム400での光の利用効率を高めるためである。

【0070】クロスダイクロイックプリズム400で生成された合成光は、ズーム機構を有する投写光学系500の方向に出射される。投写光学系500を構成する投写レンズ502は、クロスダイクロイックプリズム400から出射された合成光を拡大投写して、スクリーン(図示せず)上にカラー画像を表示する。

【0071】なお、上記実施形態では、透過型の液晶ライトバルブを用いたプロジェクタに本発明を適用した場合について説明したが、本発明は、反射型の液晶ライトバルブを用いたプロジェクタにも適用することができる。ここで、「透過型」とは、液晶ライトバルブが光を透過するタイプであることを意味しており、「反射型」とは、液晶ライトバルブが光を反射するタイプであることを意味している。反射型の液晶ライトバルブを採用したプロジェクタでは、ダイクロイックプリズムが、光を赤、緑、青の3色の光に分離する色光分離手段として利用されるとともに、変調された3色の光を合成して同一の方向に出射する色光合成手段としても利用されること



(9)

15

がある。

【0072】また、プロジェクタとしては、投写像を観察する方向から投写を行う前面投写型表示装置と、投写像を観察する方向とは反対側から投写を行う背面プロジェクタとがあるが、上記実施形態で示した構成は、そのいずれにも適用可能である。

【0073】また、上記実施形態では、カラー画像を表示するプロジェクタを例に説明したが、モノクロ画像を表示するプロジェクタに本発明の照明光学系を適用することも可能である。この場合にも、上記プロジェクタと同様の効果を得ることができる。

【0074】上記実施形態において、プロジェクタは、電気光学装置として液晶パネルを用いた例を示しているが、これに限られない。電気光学装置としては、一般に、入射光を画像情報に応じて変調するものであればよく、マイクロミラー型光変調装置などを利用してよい。マイクロミラー型光変調装置としては、例えば、DMD（デジタルマイクロミラーデバイス）（TI社の商標）を用いることができる。

【0075】

【発明の効果】以上のように本発明の照明光学系は、偏心系レンズを用い、該偏心系レンズを光伝送体の出射側に配置される偏光発生光学系の透過系と反射系の光路上に配置する構成としたので、照明領域において透過系と反射系を重ね合わせて照明することになるため、結像の筋や色ムラ等が生ぜず、照明領域を均一に照明することができる。しかもコンパクトな照明光学系となっている。

【0076】また、本発明の液晶表示装置およびプロジェクタは、上記照明光学系を利用したものであり、光学構成が簡潔になるため、コンパクトで安価な装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の照明光学系の概略平面図である。

【図2】図1の光伝送体の光学作用を示す図で、(a)は光伝送体の平面図、(b)は断面図である。

【図3】光伝送体の出射側端面近傍に配置される偏光発生光学系の光学作用を示す説明図である。

【図4】偏心系レンズの光学作用を示す説明図で、

(a)、(b)は各偏心レンズの幾何光学図、(c)は

16

合成図である。

【図5】光伝送体の中間部に偏光発生光学系を配置する例を示す図である。

【図6】本発明の他の実施形態による照明光学系を示す概略平面図である。

【図7】本発明の照明光学系の一利用形態であるプロジェクタの概略平面図である。

【図8】従来の照明光学系の概略平面図である。

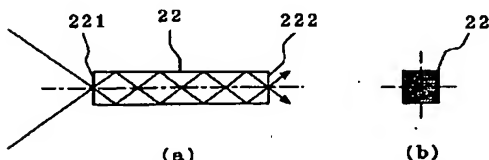
【図9】従来の他の照明光学系の概略平面図である。

【図10】従来のさらに他の照明光学系の概略平面図である。

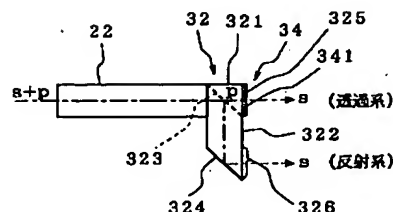
【符号の説明】

- 10 光源装置
- 11 光源光軸
- 12 光源ランプ
- 14 楕円リフレクタ
- 16 パラボラリフレクタ
- 18 凸レンズ
- 20 光伝送体
- 22 ロッド
- 30 偏光発生光学系
- 32 偏光ビームスプリッタ (PBS)
- 34 選択的位相差板
- 40 偏心系レンズ
- 42, 44 凸レンズ (偏心レンズ)
- 46 一体型偏心レンズ
- 50 液晶パネル
- 51 照明領域
- 100 照明光学系
- 101 システム光軸
- 110 反射ミラー
- 200 色光分離光学系
- 210 リレー光学系
- 221 ロッドの入射側端面
- 222 ロッドの出射側端面
- 300R, 300G, 300B 液晶ライトバルブ
- 400 クロスダイクロイックプリズム
- 500 投写光学系
- 1000 プロジェクタ

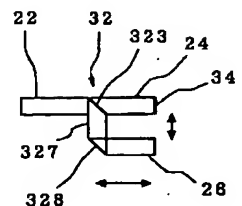
【図2】



【図3】

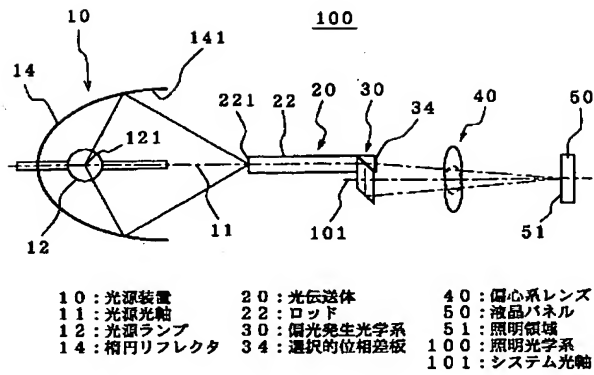


【図5】

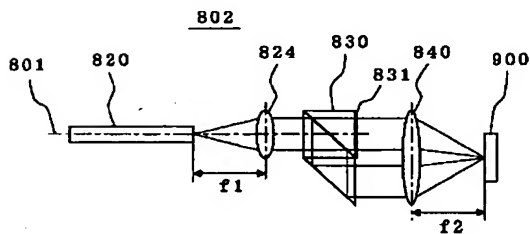


(10)

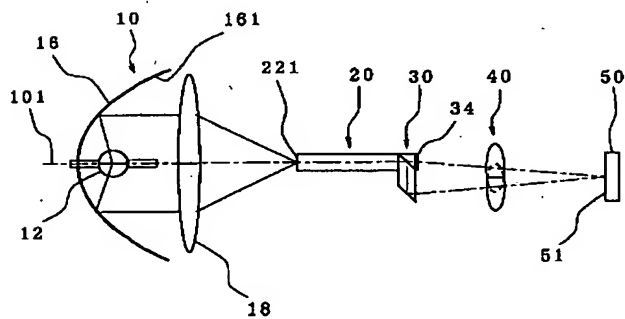
【図1】



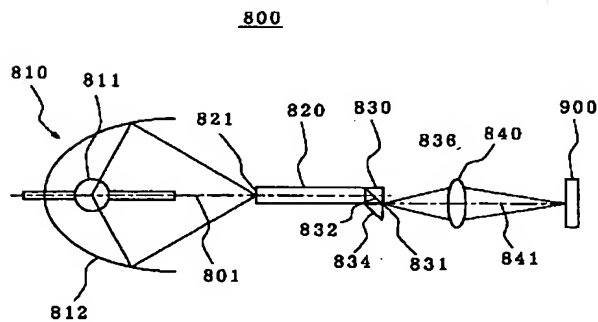
【図10】



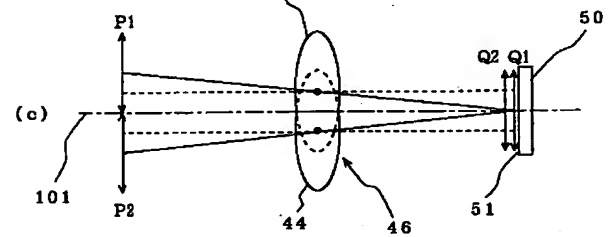
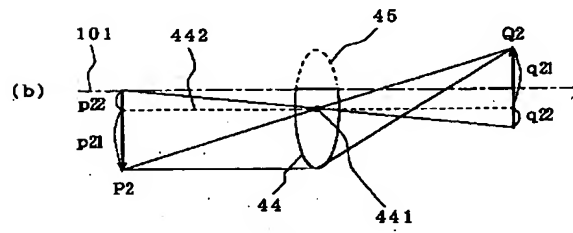
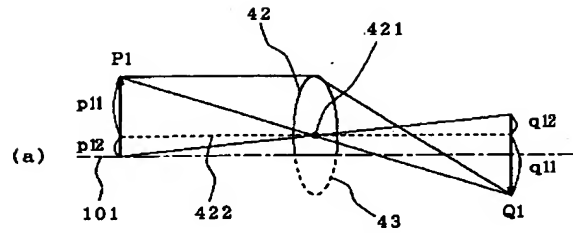
【図6】



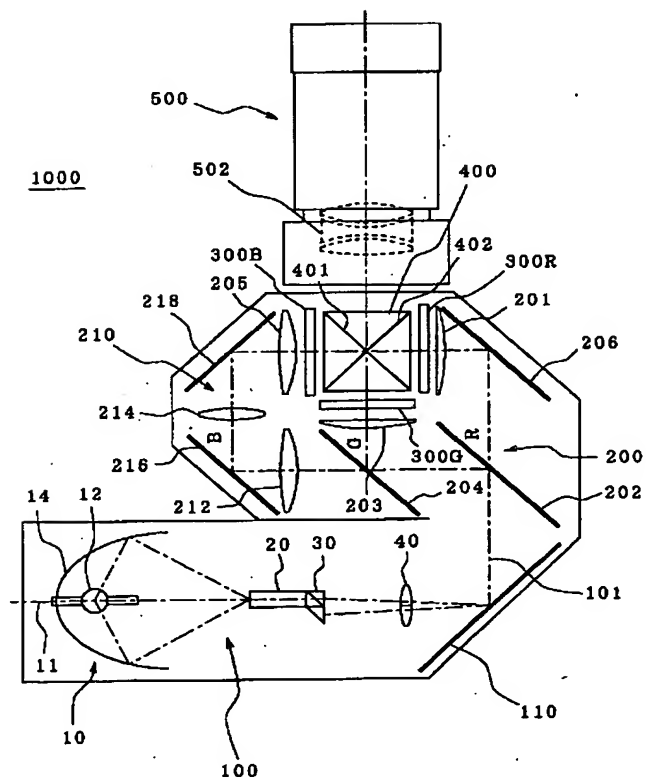
【図9】



【図4】

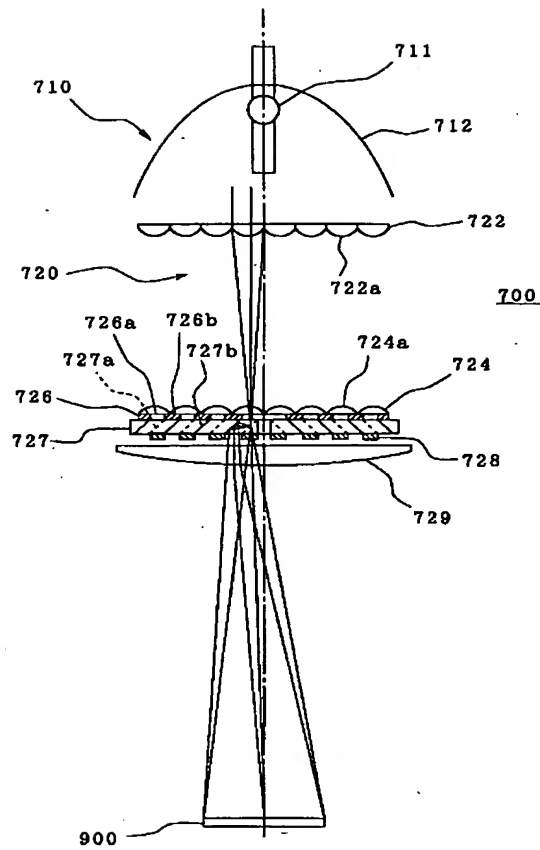


【図7】



(11)

【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G 0 3 B 21/00

識別記号

F I  
G 0 2 B 27/00

テーマコード (参考)  
V

F ターム (参考) 2H052 BA01 BA02 BA03 BA09 BA14  
2H088 EA13 HA08 HA13 HA20 HA24  
HA25 HA28 MA06 MA20  
2H091 FA05Z FA07Z FA10Z FA26X  
FA26Z FA29Z FA41Z LA11  
LA12 LA18 MA07  
2H099 AA12 BA09 CA02

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-350779

(43)Date of publication of application : 04.12.2002

(51)Int.Cl.

G02B 27/28  
 G02B 19/00  
 G02B 27/00  
 G02F 1/13  
 G02F 1/13357  
 G03B 21/00

(21)Application number : 2001-162030

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 30.05.2001

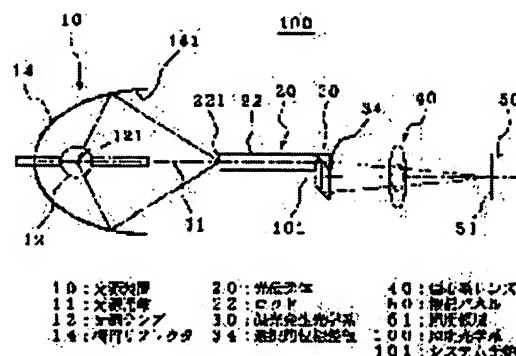
(72)Inventor : AKIYAMA KOICHI

(54) ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM, LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND PROJECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an illumination optical system constituted so that the stripe of a formed image and color irregularity in an illumination area may not be caused without losing the simplicity of constitution by using a light transmitting body such as a rod, and a liquid crystal display device and a projector utilizing the illumination optical system.

SOLUTION: This illumination optical system is equipped with a light source device 10, the bar-like light transmitting body 20 whose incident-side end face is arranged at or near the focal point of bundle of rays emitted from the device 10, a polarized light generating optical system 30 arranged on or near the emitting-side end face of the light transmitting body 20 or a middle part, and an eccentric type lens 40 arranged on the optical paths of the transmission system and the reflection system of the optical system 30.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application  
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the lighting optical system using the cylindrical optical-transmission object, the liquid crystal display using this lighting optical system, and a projector.

[0002]

[Description of the Prior Art] The liquid crystal display of an active method is used for the projector. This liquid crystal display (called a liquid crystal light valve.) has TFT (TFT), diode, etc. as a driver element for every pixel, and forms a picture by modulating the light which carries out incidence according to image information (picture signal). And as shown in JP,2000-292740,A, a general projector The lighting optical system containing the polarization generating optical system which changes and carries out outgoing radiation of the light without the bias by which outgoing radiation was carried out to a predetermined linearly polarized light light from the light source, The colored light separation optical system which separates into the colored light of three colors of red, green, and blue the linearly polarized light light by which outgoing radiation was carried out from lighting optical system, It has the composition of providing three liquid crystal light valves which modulate each colored light according to image information (picture signal), the colored light composition optical system which consists of a cross dichroic prism which compounds each modulated colored light, and the projection optical system which projects the compounded light on a screen.

[0003] The trouble of the conventional technology in the lighting optical system of such a liquid crystal light valve is explained using a drawing. The schematic diagram of the conventional lighting optical system is shown in drawing 8 . This lighting optical system 700 consists of light equipment 710 and integrator optical system 720, and light equipment 710 consists of a light source lamp 711 and a parabolic mirror (parabola reflector) 712. The integrator optical system 720 is equipped with the 1st lens array 722, the 2nd lens array 724, the gobo 726, the polarization sensing-element array 727, the  $\lambda/2$  phase-contrast board 728 (however,  $\lambda$  wavelength of light), and the \*\*\*\* lens 729.

[0004] abbreviation to which outgoing radiation of the 1st lens array 722 is carried out from light equipment 710 -- it is the multi-lens array which divides an parallel bundle of rays into two or more partial bundle of rayses, and has two or more small lens 722a The 2nd lens array 724 and the \*\*\*\* lens 729 are for carrying out image formation so that the divided partial bundle of rays may be laid on top of the lighting field of a liquid crystal panel 900, and they are a multi-lens array which has small lens 724a corresponding to small lens 722a of the 1st lens array 722.

[0005] Opening 726a and shading section 726b were arranged in the shape of a stripe by turns, and a gobo 726 has the function to adjust the amount of incident lights which carries out incidence to the polarization sensing-element array 727 through opening 726a. The polarization sensing-element array 727 is a polarization beam splitter array which has the function which changes and carries out outgoing radiation of the bundle of rays by which incidence was carried out to one kind of linearly polarized light light (s-polarized light light or p-polarized light light), and has polarization demarcation membrane 727a and reflective film 727b.  $\lambda/2$  phase-contrast board 728 arranged alternatively are formed in the outgoing radiation side of this polarization sensing-element array 727.

[0006] The \*\*\*\* lens 729 is a plano-convex lens which has a spherical-surface-like convex, and has the function which each of one kind of linearly polarized light light is superimposed on the lighting field of a liquid crystal panel 900 with the polarization sensing-element array 727, and the  $\lambda/2$  phase-contrast board 728, and is irradiated.

[0007] abbreviation by which outgoing radiation was carried out from light equipment 710 in the lighting optical system 700 constituted as mentioned above -- the partial bundle of rays which the parallel bundle of rays was divided into two or more partial bundle of rayses by the 1st lens array 722, and was divided, respectively is further condensed by the 1st lens array 722 at the polarization sensing-element array 727 In this polarization sensing-element array 727, it is reflected by polarization demarcation membrane 727a, it is further reflected by reflective film 727b, and outgoing radiation of the s-polarized light light of each partial bundle of rays is carried out from the opening layer of  $\lambda/2$



phase-contrast board 728 with s-polarized light light. On the other hand, polarization demarcation membrane 727a is penetrated, and the polarization direction is changed into the p-polarized light light of each partial bundle of rays by  $\lambda/2$  phase-contrast board 728, and it turns into s-polarized light light, and carries out outgoing radiation. Thus, since the partial bundle of rays almost changed into one kind of linearly polarized light light is made to superimpose on the lighting field of a liquid crystal panel 900 with the \*\*\*\* lens 729, the luminous-intensity distribution which irradiates a lighting field can be mostly made into homogeneity.

[0008] However, as mentioned above, since the conventional lighting optical system 700 consisted of light equipment 710, the 1st lens array 722, the 2nd lens array 724, the gobo 726, a polarization sensing-element array 727,  $\lambda/2$  phase-contrast board 728, and a \*\*\*\* lens 729, it had a multi-lens and problems, like in addition to this, need many optical members, composition is complicated, and the optical path length becomes long.

[0009] Then, in order to consider lighting optical system as easier composition, the lighting optical system which used the rod (rod integrator) is known. For example, as shown in drawing 9, it considers as the composition using the rod 820 which attached the polarization beam splitter (it is written as PBS.) 830 in the outgoing radiation side edge side. That is, this lighting optical system 800 consists of light equipment 810, a rod 820, PBS830, and a lens 840.

[0010] Light equipment 810 consists of a light source lamp 811 and an ellipse reflector 812. A rod 820 is a cylindrical optical-transmission object which consists of glass material, a cross section is a square, and the side (inside) is set up so that light may carry out total reflection. This rod 820 is arranged in the shape of the said heart on the light source optical axis 801, and the incidence side edge side 821 of a rod 820 is arranged near the 2nd focus of the ellipse reflector 812.

[0011] PBS830 is an optical element which has the polarization demarcation membrane 832 which separates into s-polarized light light and p-polarized light light the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from a rod 820, reflects s-polarized light light, and penetrates p-polarized light light, and the reflector 834 which reflects the reflected s-polarized light light again, and carries out outgoing radiation from an effective area. And  $\lambda/2$  phase-contrast board 836 is attached in the outgoing radiation side of PBS830 so that outgoing radiation of the p-polarized light light which penetrated the polarization demarcation membrane 832 may be further changed and carried out to s-polarized light light.

[0012] The lens 840 is arranged in the position which moreover uses the boundary position 831 as a focus so that the optical axis 841 of a lens 840 may come to the position 831 which consisted of a convex lens and carried out eccentricity from the light source optical axis 801, i.e., the boundary position of the transparency system of PBS830, and a reflective system.

[0013] If the lighting optical system 800 with such a rod 820 is used, since outgoing radiation of the bundle of rays emitted from light equipment 810 is carried out from an outgoing radiation side edge side, connecting a focus to the incidence side edge side 821 of the rod lens 820 arranged near the 2nd focus of the ellipse reflector 812 (\*\*\*\*(ing)), and reflecting multiply on the side (inside) of a rod 820, the illumination distribution of an outgoing radiation side edge side will become uniform. By and PBS830 attached in the outgoing radiation side edge side of a rod 820 Separate into two linearly polarized light light the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from a rod 820, and one p-polarized light light penetrates the polarization demarcation membrane 832. The transparency system which furthermore changes the polarization direction with  $\lambda/2$  phase-contrast board 836, and carries out outgoing radiation, nothing, and the s-polarized light light of another side make with the reflective system reflected by the polarization demarcation membrane 832 and the reflector 834, respectively, and carry out incidence to both the lenses 840. And the lighting field of a liquid crystal panel 900 is made to carry out image formation of the bundle of rays of the linearly polarized light light from which the transparency system and the reflective system were respectively separated with this lens 840.

[0014] However, since a transparency system and a reflective system are in an opposite side on both sides of an optical axis 841 with the composition of this lighting optical system 800, the transparency system is illuminating the space vertical half of a liquid crystal panel 900 and the reflective system is illuminating the space very best half of a liquid crystal panel 900 There was a problem which the line of image formation is made in the center section of the lighting field, and color nonuniformity produces to a lighting field since the reflection factor of the polarization demarcation membrane 832 cannot necessarily be manufactured to 50% of pairs 50% by the transparency system and the reflective system (for example, a reflective system becomes [ a transparency system ] 45% 55%).

[0015] As one means for solving the above-mentioned trouble, as shown in drawing 10, two convex lenses constitute a tandem system and there are some which arrange PBS in the meantime. In this lighting optical system 802, the 1st lens 824 is arranged on the light source optical axis 801, the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from a rod 820 with the 1st lens 824 is parallel-ized, and incidence of this parallel light is carried out to PBS830. In PBS830, since it separates into two linearly polarized light light as mentioned above, and incidence of both a transparency

system and the reflective system is carried out to the 2nd lens (pile \*\* lens) 840 with parallel light, since the image formation of a transparency system and a reflective system overlaps, in the lighting field of a liquid crystal panel 900, the color nonuniformity of the line of the above image formation or a lighting field can be lost.

[0016] However, in this lighting optical system 802, since the 1st lens 824 and the 2nd lens 840 needed to have focal distances  $f_1$  and  $f_2$ , respectively, the optical path length became long and the 2nd lens 840 major-diameter-ized, the part mark to which lighting optical system becomes large increased, and there were problems, such as becoming cost quantity.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, although composition became easy rather than what used the multi-lens, since the color nonuniformity of the line of image formation or a lighting field arose or the composition for canceling this also used two convex lenses in the liquid crystal panel, with the lighting optical system using the conventional rod, there were problems, like lighting optical system becomes large and becomes cost quantity.

[0018] It was made in order that this invention might solve this technical problem, and the conciseness of the composition by using the optical-transmission object like a rod aims at offering the lighting optical system it was made not to produce the color nonuniformity of the line of image formation, or a lighting field, without losing. Moreover, other purposes of this invention are by using this lighting optical system to offer compact and cheap a liquid crystal display and a projector.

[0019]

[Means for Solving the Problem] The cylindrical optical-transmission object with which the incidence side edge side has been arranged in the focus of the bundle of rays to which outgoing radiation of the lighting optical system concerning this invention is carried out from light equipment and the aforementioned light equipment, or its near, It is characterized by having the eccentric system lens arranged on the optical path of the polarization generating optical system arranged at the outgoing radiation side edge side, its near, or the pars intermedia of the aforementioned optical-transmission object, the transparency system of the aforementioned polarization generating optical system, and a reflective system.

[0020] In the lighting optical system of this invention, since this eccentric system lens is arranged using an eccentric system lens on the optical path of the transparency system of polarization generating optical system, and a reflective system, in the lighting field of a liquid crystal panel, the image of a transparency system and the images of a reflective system overlap, and since image formation will be carried out, the line of image formation is not produced in the center section of the lighting field. Moreover, since a transparency system and a reflective system are laid on top of a lighting field with an eccentric system lens and it is made to \*\*\*\* even when it similarly cannot necessarily do by the transparency system and the reflective system, since the permeability of the polarization demarcation membrane of polarization generating optical system is the variation on manufacture (unescapable variation), a lighting field serves as almost same illumination distribution, and neither color nonuniformity nor light and darkness is produced.

[0021] In the lighting optical system of this invention, an ellipse reflector is used for the reflecting mirror of light equipment as a way stage made to \*\*\*\* to a focus the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from light equipment. In this case, the bundle of rays of the radial by which outgoing radiation is carried out from a light source lamp can be reflected by the ellipse reflector, and another 2nd focus can be made to \*\*\*\* by arranging a light source lamp to one 1st focus of an ellipse reflector. Therefore, the bundle of rays from light equipment can be efficiently transmitted by arranging the incidence side edge side of an optical-transmission object to the 2nd focus of an ellipse reflector, or its near.

[0022] Another means made to \*\*\*\* to a focus the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from light equipment uses a parabola reflector for the reflecting mirror of light equipment, makes the bundle of rays of the radial by which outgoing radiation is carried out from the light source lamp arranged at the focus with parallel light, and it is made it to carry out incidence to a convex lens. Therefore, the same effect as the above is acquired by arranging the incidence side edge side of an optical-transmission object to the focus of this convex lens, or its near. However, since one part mark increase compared with invention according to claim 2, although it cannot deny a bird clapper to cost quantity a little in the limitation, the compactability as the whole composition of lighting optical system hardly changes. In addition, from a viewpoint of efficient use of lighting light, the direction of invention according to claim 2 which does not contain a convex lens is excellent.

[0023] It is appropriate for an optical-transmission object to use the rod which can generally come to hand cheaply. A rod is arranged in the shape of the said heart on a light source optical axis. Although especially the cross-section configuration of a rod is not limited, generally it is a square.

[0024] Polarization generating optical system consists of a polarization beam splitter containing a polarization

demarcation membrane and a reflective film. Polarization generating optical system is arranged at the outgoing radiation side edge side, its near, or the pars intermedia of an optical-transmission object (rod). You may attach in the outgoing radiation side edge side of an optical-transmission object (rod) directly, and a crevice may be prepared and arranged a little. Moreover, you may make it placed between the pars intermedia of an optical-transmission object (rod). Thus, polarization generating optical system can be arranged to the outgoing radiation side of an optical-transmission object (rod) in arbitrary positions.

[0025] moreover, the translucency which constitutes the reflective system of polarization generating optical system -- it comes to adjust the interval of a transparency system and a reflective system by adjusting the length of a member namely, the translucency which constitutes the reflective system of polarization generating optical system -- the interval of a transparency system and a reflective system can be freely set up with the length of a member and this translucency -- the straight line which connects the cross-section center of a member and the center of the lighting field of a liquid crystal panel is set up as a system optical axis, and a system optical axis turns into reference axis of an eccentric system lens In addition, a system optical axis is an eccentric shaft parallel to a light source optical axis.

[0026] Since the interval of the transparency system of polarization generating optical system and a reflective system can be set up freely, polarization generating optical system can consist of a polarization beam splitter arranged at the transparency system, and a total reflection prism arranged at the reflective system. That is, a total reflection prism is substituted for the translucency member which has the reflective film of a polarization beam splitter.

[0027] Moreover, since the interval of the transparency system of polarization generating optical system and a reflective system can be set up freely, the translucency member of the letter of a block or the letter of a chip can also be made to intervene between a polarization beam splitter and a total reflection prism.

[0028] A phase contrast board is arranged in either the transparency system of polarization generating optical system, or a reflective system. Since polarization generating optical system is formed in order to use efficiently lighting light without the bias by which outgoing radiation is carried out from light equipment, it can carry out outgoing radiation of most lighting light without a bias as one kind of linearly polarized light light by arranging a phase contrast board in either a transparency system or a reflective system.

[0029] The outgoing radiation side of polarization generating optical system serves as a lighting field and an analog. This will be overlapped on the lighting light (bundle of rays) of a transparency system and a reflective system to a lighting field in the completely same size. However, when polarization generating optical system is made to be placed between the pars intermedia of an optical-transmission object, the outgoing radiation side of an optical-transmission object serves as a lighting field and an analog.

[0030] An eccentric system lens consists of a convex lens of two sheets arranged at the transparency system and reflective system of polarization generating optical system, respectively. The lighting light of a transparency system and a reflective system can be made to superimpose on a lighting field in the completely same size with this convex lens of two sheets.

[0031] To the system optical axis parallel to the light source optical axis of light equipment, eccentricity of the convex lens of two sheets is mutually carried out to an opposite direction, and it is arranged. That is, on both sides of a system optical axis, each convex lens is arranged on the straight line which intersects perpendicularly with a system optical axis at an opposite side. Eccentricity of the center of each convex lens is carried out to the system optical axis. As for the eccentricity of each convex lens, it is desirable to suppose that it is the same.

[0032] Moreover, as for the convex lens of two sheets, it is desirable to have the almost same focal distance. Thus, the lighting light of a transparency system and a reflective system can be made to superimpose on a lighting field in the completely same size by constituting an eccentric system lens from each convex lens.

[0033] The portion in which it interferes on a system optical axis may produce each convex lens. Here, "interference" is interference (a collision, hindrance) in not the meaning on the optics of a convex lens but the meaning on arrangement. Therefore, in such a case, a cut etc. removes by carrying out the interference portion of each convex lens.

[0034] Moreover, the interference portion of each convex lens can be removed and it can also consider as the one apparatus decentered lens joined to one.

[0035] The liquid crystal display concerning this invention is characterized by having lighting optical system according to claim 1 to 15 and the liquid crystal panel arranged in the focus of the eccentric system lens of this lighting optical system, or its near.

[0036] Since it is compact composition and also problems in a lighting field, such as a line of image formation and color nonuniformity, are solved, as the lighting optical system by this invention was mentioned above, while a bright and legible screen is obtained by arranging a liquid crystal panel to the focus of the above-mentioned eccentric system lens of this lighting optical system, or its near, a small, compact, and cheap liquid crystal display is obtained.

[0037] Lighting optical system has a system optical axis parallel to a light source optical axis, and, as for a liquid

crystal panel, it is desirable to be arranged so that it may center on a system shaft. Thus, by constituting, the whole liquid crystal panel can be illuminated uniformly. In addition, a liquid crystal panel is applicable to both the so-called "light-transmission type" and a "light reflex type."

[0038] The projector concerning this invention is characterized by having 1 which modulates the incident light from lighting optical system according to claim 1 to 15 and this lighting optical system according to image information or two or more electro-optics equipments, and the projection optical system which projects the modulation bundle of rays acquired with this electro-optics equipment.

[0039] Although a liquid crystal panel or a liquid crystal light valve is generally used for the electro-optics equipment as a light modulation means, it is not restricted to this. Moreover, anything of a method is usable although there are a veneer formula, 2 board type, a 3 board type, a 4 board type, etc. from use number of sheets, such as a liquid crystal panel. Moreover, in the case of color display, after compounding the outgoing radiation light from electro-optics equipment, it projects.

[0040] Since the system optical axis of lighting optical system can be refracted at the angle of right-angled and others by arranging a reflective mirror between lighting optical system and colored light separation optical system, the flexibility of the layout of an optical element (member) contributes to the miniaturization of increase and a projector.

[0041] when considering as color display, it is desirable for the colored light of three colors separated by colored light separation optical system to be alike, respectively, and to correspond and to arrange electro-optics equipment By the above composition, the small and compact cheap projector corresponding to a customer's needs is obtained.

[0042]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the plan showing the outline of the lighting optical system of this invention. This lighting optical system 100 consists of light equipment 10, a cylindrical optical-transmission object 20, polarization generating optical system 30, and an eccentric system lens 40. 50 is a liquid crystal panel and 51 is the lighting field of a liquid crystal panel 50.

[0043] Light equipment 10 is equipped with the ellipse reflector 14 the light source lamp 12 and here. The ellipse reflector 14 is a reflecting mirror which makes a reflector the concave surface 141 which has an ellipsoid of revolution symmetrical with a shaft in the light source optical axis 11. Therefore, if the center 121 of the light source lamp 12 is arranged to the focus (the 1st focus) located in a reflector between two foci which an ellipsoid of revolution has, it will be reflected by the concave surface 141 and the beam of light emitted from the light source lamp 12 will gather for another focus (the 2nd focus) of an ellipsoid of revolution (it \*\*\*\*). Here, "the center of a light source lamp" means the center 121 of the arc of the light source lamp 12.

[0044] Metallic-reflection films, such as for example, a dielectric multilayer or an aluminum film, and a silver film, are formed in the reflector of the ellipse reflector 14. Moreover, a halogen lamp, a metal halide lamp, a high-pressure mercury lamp, etc. are used for the light source lamp 12.

[0045] The cross section which the cylindrical optical-transmission object 20 generally becomes from glass material about the example as shown in drawing 2 consists of a square rod (called a rod integrator.) 22. In addition, especially the cross-section configuration of a rod 22 is not limited. A rod 22 is arranged the light source optical axis 11 and in the shape of the said heart, and the incidence side edge side 221 of a rod 22 is arranged further in the 2nd focus of the ellipse reflector 14, or its near. Therefore, repeating total reflection for the light which carried out incidence from the incidence side edge side 221 on the side (inside), this rod 21 carries out a light guide to the outgoing radiation side edge side 222, and has the optical operation which forms the uniform surface light source in the outgoing radiation side edge side 222. Although especially the length of a rod 22 is not limited, in order to make the above-mentioned optical operation perform, a certain amount of length is required.

[0046] The polarization generating optical system 30 is arranged at the outgoing radiation side side of the optical-transmission object 20. You may attach in the outgoing radiation side edge side 222 directly, and a gap may be prepared and arranged between the near 222, i.e., an outgoing radiation side edge side. Moreover, as shown in drawing 5, it can also arrange to the pars intermedia of a rod 22. The polarization generating optical system 30 consists of a polarization beam splitter (it is written as PBS) 32, and an alternative phase contrast board 34.

[0047] Drawing 3 is explanatory drawing showing an optical operation of a polarization beam splitter. what constitutes the polarization generating optical system 30 made to generate linearly polarized light in order that PBS32 may use lighting light without a bias efficiently -- it is -- a cross section -- the translucency of the letter of a block of a right triangle (or letter of a chip) -- a member 321 and a cross section -- the translucency of the letter of a block of a parallelogram (or letter of a chip) -- it has composition which stuck the member 322 and both translucencies -- the junction interface of a member 321,322, and a translucency -- the polarization demarcation membrane 323 and the reflective film 324 are formed in the external slant face of a member 322, respectively moreover, the configuration of

the outgoing radiation side of the polarization generating optical system 30, i.e., a translucency, -- each of the outgoing radiation side 325,326 of a member 321,322 serves as the lighting field 51 of a liquid crystal panel 50, and an analog [0048] In this example, the alternative phase contrast board 34 is  $\lambda/2$  phase-contrast board ( $\lambda$  is the wavelength of light) 341, and is arranged alternatively in the outgoing radiation side of PBS32. With  $\lambda/2$  phase-contrast board 341, outgoing radiation of the p-polarized light light which penetrates the polarization demarcation membrane 323 is changed and carried out to s-polarized light light. the case where he wants to arrange with p-polarized light light the linearly polarized light light which carries out outgoing radiation from PBS32 --  $\lambda/2$  phase-contrast board 341 -- the translucency by the side of a reflective system -- what is necessary is just to arrange to the outgoing radiation side of a member 322

[0049] The eccentric system lens 40 has a function as a \*\*\*\* lens which illuminates uniformly the lighting field 51 of a liquid crystal panel 50. This eccentric system lens 40 consists of convex lenses (decentered lens) 42 and 44 of two sheets arranged at each optical path of the transparency system of the linearly polarized light light by which outgoing radiation is carried out from PBS32, and a reflective system. Eccentricity of the convex lenses 42 and 44 is mutually carried out to the opposite direction (it sets to drawing 1 and is the vertical direction) to the system optical axis 101 parallel to the light source optical axis 11. the system optical axis 101 -- a reflective system side translucency -- it is the axis set up so that the cross-section center (it is the intersection of the diagonal line of a parallelogram cross section in the case of drawing 1 ) of a member 322 and the center of the lighting field 51 of a liquid crystal panel 50 may be connected Each convex lenses 42 and 44 are arranged with the eccentricity same on the straight line which intersects perpendicularly with the system optical axis 101.

[0050] Thus, the decentered lenses 42 and 44 which consist of each convex lens are used after cutting the interference portions (portion shown by the dotted line in drawing 1 etc.) 43 and 45 when [ which connects a focus on a liquid crystal panel 50 (it \*\*\*\*) ] two decentered lenses 42 and 44 interfere mutually, since it is arranged like (it arranges). Or you may use the one apparatus decentered lens 46 of the shape of the shape of "a character of 8" which removed the interference portion and joined two decentered lenses 42 and 44 in one, and a cocoon type (refer to drawing 4 (c)). The portions which decentered lenses 42 and 44 remove are [ the portion below the system optical axis 101 and the decentered lens 44 of another side of one decentered lens 42 ] portions above the system optical axis 101.

[0051] Since the lighting optical system 100 of this operation form is constituted as mentioned above, it explains the optical operation below.

[0052] In light equipment 10, it is reflected by the ellipse reflector 14 and the bundle of rays (lighting light) by which outgoing radiation was carried out to the radial from the light source lamp 12 is \*\*\*\*(ed) to the 2nd focus of the ellipse reflector 14. Since the incidence side edge side 221 of a rod 22 is arranged in the 2nd focus of the ellipse reflector 14, or its near, from the incidence side edge side 221 of a rod 22, incidence of the bundle of rays by which outgoing radiation was carried out from light equipment 10 is carried out, it repeats reflection on the side, and the light guide of the inside of a rod 22 is carried out, and it will be in the state of having an illumination distribution more uniform than the outgoing radiation side edge side 222, namely, will carry out outgoing radiation in the state of the surface light source.

[0053] from the outgoing radiation side edge side 222 of a rod 22, the bundle of rays which carried out outgoing radiation is separated into p-polarized light light and s-polarized light light by the polarization demarcation membrane 323 in PBS32, p-polarized light light serves as a transparency system which penetrates the polarization demarcation membrane 323, and s-polarized light light is reflected by the polarization demarcation membrane 323 -- having -- a translucency -- toward the reflective film 324 of a member 322, by this reflective film 324, it is reflected again and outgoing radiation is carried out The reflective system of s-polarized light light is formed here. The polarization direction is changed into the p-polarized light light which penetrated the polarization demarcation membrane 323 by  $\lambda/2$  phase-contrast board 341, it turns into s-polarized light light, and outgoing radiation is carried out. Thus, outgoing radiation of the linearly polarized light light of the wavelength to which the phase was equal by the transparency system and the reflective system is carried out from the polarization generating optical system 30, and it carries out incidence to the eccentric system lens 40.

[0054] Here, an optical operation of the eccentric system lens 40 is explained with reference to drawing 4 . Drawing 4 (a) shows an optical operation of a decentered lens 42, and drawing 4 (b) shows an optical operation of a decentered lens 44. Moreover, drawing 4 (c) piles up and shows both. In drawing 4 , in the center of a decentered lens 42, and 422, the optical axis of a decentered lens 42 and 441 show the center of a decentered lens 44, and 442 shows [ 101 / a system optical axis and 421 ] the optical axis of a decentered lens 44. Moreover, 43 and 45 are the interference portions of decentered lenses 42 and 44, and are a portion to remove.

[0055] In drawing 4 (a), the erection body P1 placed on the system optical axis 101 forms the inverted image Q1 which intersects perpendicularly with the system optical axis 101 and the optical axis 422 of a decentered lens 42 by the



decentered lens 42. the segment from the optical axis 422 of the erection body P1 -- length  $p_{11}$  and  $p_{12}$  -- respectively -- an inverted image Q1 -- setting -- the segment from an optical axis 422 -- it corresponds to length  $q_{11}$  and  $q_{12}$  [0056] In drawing 4 (b), the handstand body P2 put on the bottom of the system optical axis 101 forms the direct image Q2 which intersects perpendicularly with the system optical axis 101 and the optical axis 442 of a decentered lens 44 by the decentered lens 44. the segment from the optical axis 442 of the handstand body P2 -- length  $p_{21}$  and  $p_{22}$  -- respectively -- the direct image Q2 -- setting -- the segment from an optical axis 442 -- it corresponds to length  $q_{21}$  and  $q_{22}$

[0057] Since the focal distance of a decentered lens 42 and a decentered lens 44 is equal, as shown in drawing 4 (c), an image Q1 and an image Q2 pile up in the same size on a liquid crystal panel 50. Therefore, the line of image formation arises in the center section of the lighting field 51, and by the variation on manufacture of the reflection factor of the polarization demarcation membrane 323 of PBS32, 50%, even if not the same as 50% of pairs, neither color nonuniformity nor light and darkness arises to the lighting field 51. Therefore, the whole lighting field of a liquid crystal panel 50 can be illuminated by the uniform illumination distribution.

[0058] Drawing 5 shows the installation position of PBS in a rod. Although PBS32 has been arranged with the operation gestalt of drawing 1 to the outgoing radiation side edge side 222 of a rod 22, or its near, as shown in drawing 5, you may install it in the pars intermedia of a rod 22. in the transparency system of PBS32, the 2nd rod 24 arranges through the polarization demarcation membrane 323 -- having -- the reflective system of PBS32 -- a translucency -- the 3rd rod 26 is arranged through the member 327 and the total reflection prism 328 moreover, a translucency -- the interval of the 2nd rod 24 and the 3rd rod 26 can be freely adjusted by adjusting the length of a member 327 (setup) In addition, since it will become elliptically polarized light if the length of this interval and the 2nd, and the 3rd rod 24 and 26 is lengthened not much, it is not desirable. The alternative phase contrast board 34 is arranged at the outgoing radiation side side of the 2nd rod 24 or the 3rd rod 26. Moreover, a total reflection prism 328 can also be arranged in the state of contacting a rod 22.

[0059] Drawing 6 is the outline plan showing other operation gestalten of the lighting optical system of this invention. With this operation gestalt, the point that light equipment 10 has composition containing the parabola reflector 16 and a convex lens 18 is different from the operation gestalt of drawing 1. The parabola reflector 16 is a reflecting mirror which makes a reflector the concave surface 161 which has paraboloid of revolution symmetrical with a shaft in the light source optical axis 11. Therefore, if the center of the light source lamp 12 is arranged to the focus of paraboloid of revolution, since the bundle of rays which carries out outgoing radiation to a radial will serve as an parallel light parallel to the light source optical axis 11 from the light source lamp 12 and incidence will be carried out to a convex lens 18, the same operation effect as the operation gestalt of drawing 1 is acquired by arranging the incidence side edge side 221 of a rod 22 to the focus of this convex lens 18, or its near.

[0060] Next, an example of the projector which applied the lighting optical system of this invention is shown in drawing 7. Drawing 7 is a thing using the lighting optical system 100 of drawing 1, and although the projector 1000 of this use gestalt is equipped with three liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B corresponding to the colored light of three colors of red (R), green (G), and blue (B), respectively A liquid crystal panel or a liquid crystal light valve can apply the lighting optical system of this invention similarly by the case of a veneer formula, 2 board type, or 4 board type.

[0061] In the projector 1000 of drawing 7, the lighting optical system 100 mentioned above, the colored light separation optical system 200 which divides lighting light into the colored light of three colors, the relay optical system 210, three liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B, the cross dichroic prism 400 that is colored light composition optical system, and projection optical system 500 are made into main components. Moreover, the projector 1000 is constituted small and compactly by arranging the reflective mirror 110 between the lighting optical system 100 and the colored light separation optical system 200, and refracting the system optical axis 101 right-angled.

[0062] In this projector 1000, the bundle of rays (lighting light) by which outgoing radiation was carried out from the lighting optical system 100 A light guide is carried out to the focus of the bundle of rays, or its near with the optical-transmission object 20 with which the incidence side edge side has been arranged. After the bundle of rays which carries out outgoing radiation is almost changed into one kind of linearly polarized light light by the polarization generating optical system 30, carries out outgoing radiation with it from an outgoing radiation side edge side and being further superimposed with the eccentric system lens 40, it is led to the colored light separation optical system 200 by the reflective mirror 110. And each colored light separated and divided into the colored light of three colors of red (R), green (G), and blue (B) in the colored light separation optical system 200 is modulated corresponding to image information in the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B. Each modulated colored light will be compounded with the cross dichroic prism 400, and a projection indication of the picture will be given on a screen (not shown) by



the projection optical system 500.

[0063] The colored light separation optical system 200 is equipped with two dichroic mirrors 202,204 and the reflective mirrors 206, and has the function to separate into the colored light of three colors of red (R), green (G), and blue (B) the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from the lighting optical system 100. The 1st dichroic mirror 202 reflects a part for blue Mitsunari, and a green light component while making the red light component of the light by which outgoing radiation was carried out from the lighting optical system 100 penetrate. It is reflected by the reflective mirror 206 and outgoing radiation of the red light R which penetrated the 1st dichroic mirror 202 is carried out towards the cross dichroic prism 400. The red light R reflected by the reflective mirror 206 reaches liquid crystal light-valve 300R for red light through the field lens 201 further. The field lens 201 changes in parallel the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from the eccentric system lens 40 of the lighting optical system 100 to the system optical axis 101. In addition, the same is said of the field lens 203,205 prepared in the optical plane-of-incidence side of other liquid crystal light valves 300G and 300B.

[0064] Among the green light G reflected with the 1st dichroic mirror 202, and a blue glow B, it is reflected by the 2nd dichroic mirror 204 and outgoing radiation of the green light G is carried out towards the cross dichroic prism 400. The green light G reflected by the 2nd dichroic mirror 204 amounts to liquid crystal light-valve 300G for green light through the field lens 203 further. On the other hand, outgoing radiation of the blue glow B which penetrated the 2nd dichroic mirror 204 is carried out from the colored light separation optical system 200, and it carries out incidence to the relay optical system 210.

[0065] The relay optical system 210 is equipped with the incidence side lens 212, the relay lens 214, and the reflective mirror 216,218, and the blue glow B which carried out incidence to the relay optical system 210 reaches liquid crystal light-valve 300B for blue glows via the incidence side lens 212, the reflective mirror 216, a relay lens 214, the reflective mirror 218, and the field lens 205. In addition, the reason for using the relay optical system 210 for the blue glow B is because the length of the optical path of a blue glow B is longer than the length of the optical path of other colored light R and G, and is for preventing decline in the use efficiency of the light by diffusion of light etc. That is, it is for telling the bundle of rays of the lighting light which carried out incidence to the incidence side lens 212 to the field lens 205 as it is.

[0066] Three liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B It has a liquid crystal panel (not shown) as electro-optics equipment, and the polarizing plate (not shown) arranged at the optical optical plane-of-incidence and outgoing radiation side side, respectively. Furthermore, red other than liquid crystal light-valve 300G for green light and the liquid crystal light valves 300R and 300B for blue glows equip the optical outgoing radiation side side with  $\lambda/2$  phase-contrast board (not shown), respectively.

[0067] Separated by the colored light separation optical system 200 as mentioned above, according to the given image information (picture signal), it becomes irregular, and each colored light which carried out incidence to three liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B generates the picture of each colored light.

[0068] The cross dichroic prism 400 generates a synthetic light which compounds the colored light (modulation bundle of rays) of three colors modulated by penetrating the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B, and expresses a color picture. The red-reflex film 401 and the blue reflective film 402 are formed in the interface of four rectangular prisms in the shape of abbreviation for X characters at the cross dichroic prism 400. The red-reflex film 401 is formed of the dielectric multilayer which chooses red light and is reflected, and the blue reflective film 402 is formed of the dielectric multilayer which chooses a blue glow and is reflected. The colored light of three colors is compounded with these red-reflex films 401 and blue reflective films 402, and a synthetic light showing a color picture is generated.

[0069] In addition, the reflection property of two reflective films 401,402 formed in the cross dichroic prism 400 excels p-polarized light light in the s-polarized light light, and conversely, since the p-polarized light light is superior to s-polarized light light, a transparency property makes light which should be reflected by two reflective films 401,402 s-polarized light light, and makes light which should penetrate two reflective films 401,402 p-polarized light light. This is for raising the use efficiency of the light in the cross dichroic prism 400.

[0070] Outgoing radiation of the synthetic light generated with the cross dichroic prism 400 is carried out in the direction of the projection optical system 500 which has a zoom mechanism. The projection lens 502 which constitutes the projection optical system 500 carries out expansion projection of the synthetic light by which outgoing radiation was carried out from the cross dichroic prism 400, and displays a color picture on a screen (not shown).

[0071] In addition, although the above-mentioned operation gestalt explained the case where this invention was applied to the projector which used the penetrated type liquid crystal light valve, this invention is applicable also to the projector which used the reflected type liquid crystal light valve. Here, the "penetrated type" means that it is the type whose liquid crystal light valve penetrates light, and means that a "reflected type" is a type whose liquid crystal light valve reflects light. In the projector which adopted the reflected type liquid crystal light valve, while a dichroic prism is

used as a colored light separation means to divide light into the light of three colors of red, green, and blue, it may be used also as a colored light composition means which compounds the light of three modulated colors and carries out outgoing radiation in the same direction.

[0072] Moreover, although the front projection type display which performs projection, and the direction which observes a projection image have as a projector the tooth-back projector which performs projection from an opposite side from the direction which observes a projection image, the composition shown with the above-mentioned operation gestalt is applicable to the all.

[0073] Moreover, although the above-mentioned operation gestalt explained the projector which displays a color picture to the example, it is also possible to apply the lighting optical system of this invention to the projector which displays a monochrome picture. Also in this case, the same effect as the above-mentioned projector can be acquired.

[0074] In the above-mentioned operation gestalt, although the projector shows the example which used the liquid crystal panel as electro-optics equipment, it is not restricted to this. Generally as electro-optics equipment, you may use micro mirror type light modulation equipment etc. that what is necessary is just what modulates an incident light according to image information. As micro mirror type light modulation equipment, DMD (digital micro mirror device) (trademark of TI company) can be used, for example.

[0075]

[Effect of the Invention] Since lighting optical system of this invention was considered as the composition which arranges this eccentric system lens on the optical path of the transparency system of the polarization generating optical system arranged at the outgoing radiation side side of an optical-transmission object, and a reflective system using the eccentric system lens as mentioned above Since a transparency system and a reflective system will be piled up and illuminated in a lighting field, a line, color nonuniformity, etc. of image formation do not arise, but a lighting field can be illuminated uniformly. And it is compact lighting optical system.

[0076] Moreover, since the liquid crystal display and projector of this invention use the above-mentioned lighting optical system and optical composition becomes brief, compact and cheap equipment is obtained.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] Lighting optical system characterized by providing the following Light equipment The cylindrical optical-transmission object with which the incidence side edge side has been arranged in the focus of the bundle of rays by which outgoing radiation is carried out from the aforementioned light equipment, or its near Polarization generating optical system arranged at the outgoing radiation side edge side, its near, or the pars intermedia of the aforementioned optical-transmission object The eccentric system lens arranged on the optical path of the transparency system of the aforementioned polarization generating optical system, and a reflective system

[Claim 2] The aforementioned light equipment is lighting optical system according to claim 1 characterized by arranging the incidence side edge side of the aforementioned optical-transmission object to the 2nd focus of this ellipse reflector, or its near including an ellipse reflector.

[Claim 3] The aforementioned light equipment is lighting optical system according to claim 1 characterized by arranging the incidence side edge side of the aforementioned optical-transmission object to the focus of this convex lens, or its near including a parabola reflector and a convex lens.

[Claim 4] The aforementioned optical-transmission object is lighting optical system according to claim 1 to 3 characterized by the bird clapper from a rod.

[Claim 5] The aforementioned polarization generating optical system is lighting optical system according to claim 1 to 4 characterized by the bird clapper from the polarization beam splitter containing a polarization demarcation membrane and a reflective film.

[Claim 6] the translucency which constitutes the reflective system of the aforementioned polarization generating optical system -- the lighting optical system according to claim 1 to 5 which adjusts the interval of a transparency system and a reflective system and is characterized by the bird clapper by adjusting the length of a member

[Claim 7] The aforementioned polarization generating optical system is lighting optical system according to claim 1 to 6 characterized by including the polarization beam splitter arranged at the aforementioned transparency system, and the total reflection prism arranged at the aforementioned reflective system.

[Claim 8] Lighting optical system according to claim 7 characterized by making a translucency member intervene between the aforementioned polarization beam splitter and the aforementioned total reflection prism.

[Claim 9] Lighting optical system according to claim 1 to 8 characterized by having arranged the phase contrast board in either the transparency system of the aforementioned polarization generating optical system, or the reflective system.

[Claim 10] The outgoing radiation side of the aforementioned polarization generating optical system is lighting optical system according to claim 1 to 9 characterized by being a lighting field and an analog.

[Claim 11] The aforementioned eccentric system lens is lighting optical system according to claim 1 to 10 characterized by the bird clapper from the convex lens of two sheets arranged at the transparency system and reflective system of the aforementioned polarization generating optical system, respectively.

[Claim 12] The convex lens of the two aforementioned sheets is lighting optical system according to claim 11 characterized by carrying out eccentricity to an opposite direction mutually, and being arranged to a system optical axis parallel to the light source optical axis of the aforementioned light equipment.

[Claim 13] The convex lens of the two aforementioned sheets is lighting optical system according to claim 11 or 12 characterized by having the almost same focal distance.

[Claim 14] The convex lens of the two aforementioned sheets is lighting optical system according to claim 11 to 13 which removes an interference portion and is characterized by the bird clapper.

[Claim 15] The convex lens of the two aforementioned sheets is lighting optical system according to claim 11 to 14 characterized by the bird clapper from the one apparatus decentered lens which removed the interference portion and

was joined to one.

[Claim 16] The liquid crystal display characterized by having lighting optical system according to claim 1 to 15 and the liquid crystal panel arranged in the focus of the eccentric system lens of this lighting optical system, or its near.

[Claim 17] It is the liquid crystal display according to claim 16 which the aforementioned lighting optical system has a system optical axis parallel to a light source optical axis, and is characterized by arranging the aforementioned liquid crystal panel so that it may center on the aforementioned system optical axis.

[Claim 18] The projector characterized by having 1 which modulates the incident light from lighting optical system according to claim 1 to 15 and this lighting optical system according to image information or two or more electro-optics equipments, and the projection optical system which projects the modulation bundle of rays acquired with this electro-optics equipment.

[Claim 19] The projector according to claim 18 characterized by having arranged the reflective mirror between the aforementioned lighting optical system and colored light separation optical system.

[Claim 20] The aforementioned electro-optics equipment is a projector according to claim 18 or 19 which arranges corresponding to each of the colored light of three colors separated by the aforementioned colored light separation optical system, and is characterized by the bird clapper.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline plan of the lighting optical system of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing an optical operation of the optical-transmission object of drawing 1 , and (a) is the plan of an optical-transmission object and (b) is a cross section.

[Drawing 3] It is explanatory drawing showing an optical operation of the polarization generating optical system arranged near the outgoing radiation side edge side of an optical-transmission object.

[Drawing 4] It is explanatory drawing showing an optical operation of an eccentric system lens, and the geometrical optics view of each decentered lens and (c of (a) and (b)) are composite charts.

[Drawing 5] It is drawing showing the example which arranges polarization generating optical system to the pars intermedia of an optical-transmission object.

[Drawing 6] It is the outline plan showing the lighting optical system by other operation gestalten of this invention.

[Drawing 7] It is the outline plan of the projector which is 1 use gestalt of the lighting optical system of this invention.

[Drawing 8] It is the outline plan of the conventional lighting optical system.

[Drawing 9] It is the outline plan of other conventional lighting optical system.

[Drawing 10] It is the outline plan of the conventional lighting optical system of further others.

## [Description of Notations]

10 Light Equipment

11 Light Source Optical Axis

12 Light Source Lamp

14 Ellipse Reflector

16 Parabola Reflector

18 Convex Lens

20 Optical-Transmission Object

22 Rod

30 Polarization Generating Optical System

32 Polarization Beam Splitter (PBS)

34 Alternative Phase Contrast Board

40 Eccentric System Lens

42 44 Convex lens (decentered lens)

46 One Apparatus Decentered Lens

50 Liquid Crystal Panel

51 Lighting Field

100 Lighting Optical System

101 System Optical Axis

110 Reflective Mirror

200 Colored Light Separation Optical System

210 Relay Optical System

221 Incidence Side Edge Side of Rod

222 Outgoing Radiation Side Edge Side of Rod

300R, 300G, 300B Liquid crystal light valve

400 Cross Dichroic Prism

500 Projection Optical System

1000 Projector

---

[Translation done.]



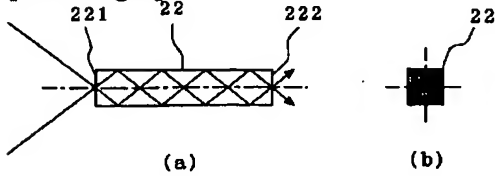
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

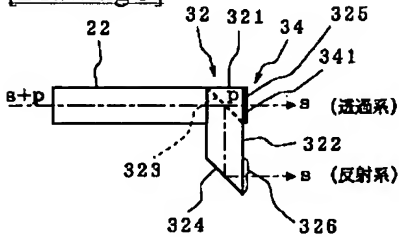
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

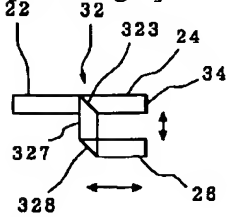
[Drawing 2]



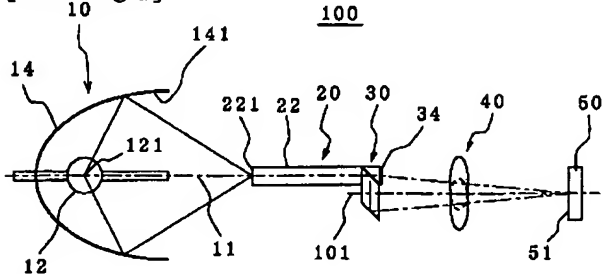
[Drawing 3]



[Drawing 5]

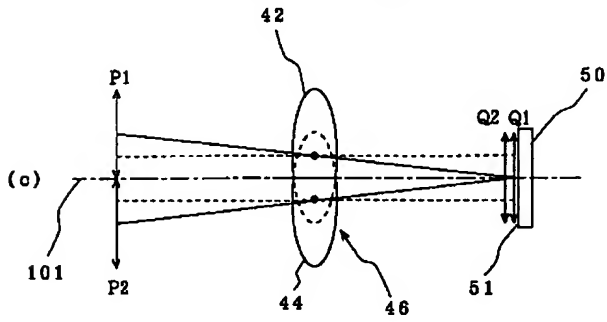
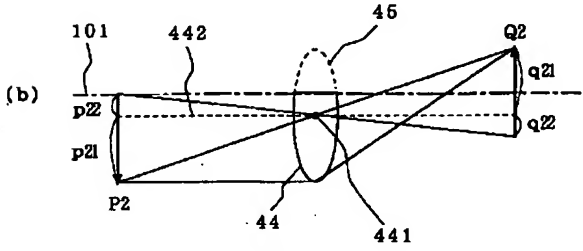
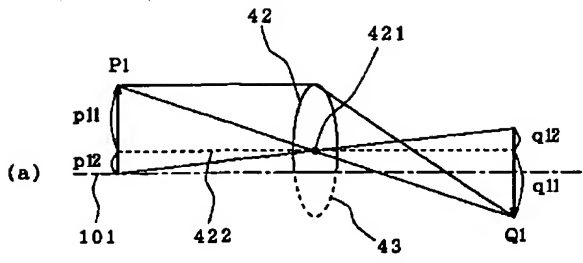


[Drawing 1]

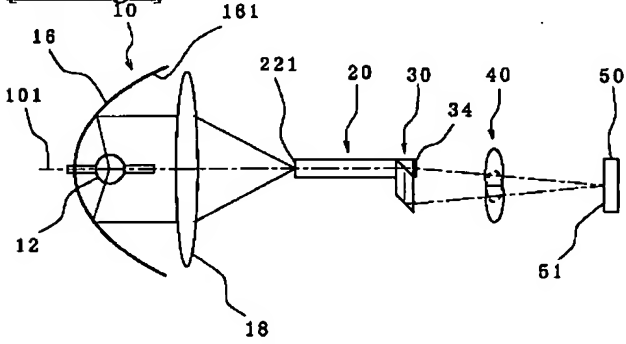


- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| 10 : 光源装置    | 20 : 光伝送体    | 40 : 偏心系レンズ  |
| 11 : 光源光軸    | 22 : ロッド     | 50 : 液晶パネル   |
| 12 : 光源ランプ   | 30 : 偏光発生光学系 | 51 : 照明領域    |
| 14 : 楕円リフレクタ | 34 : 選択的位相差板 | 100 : 照明光学系  |
|              |              | 101 : システム光軸 |

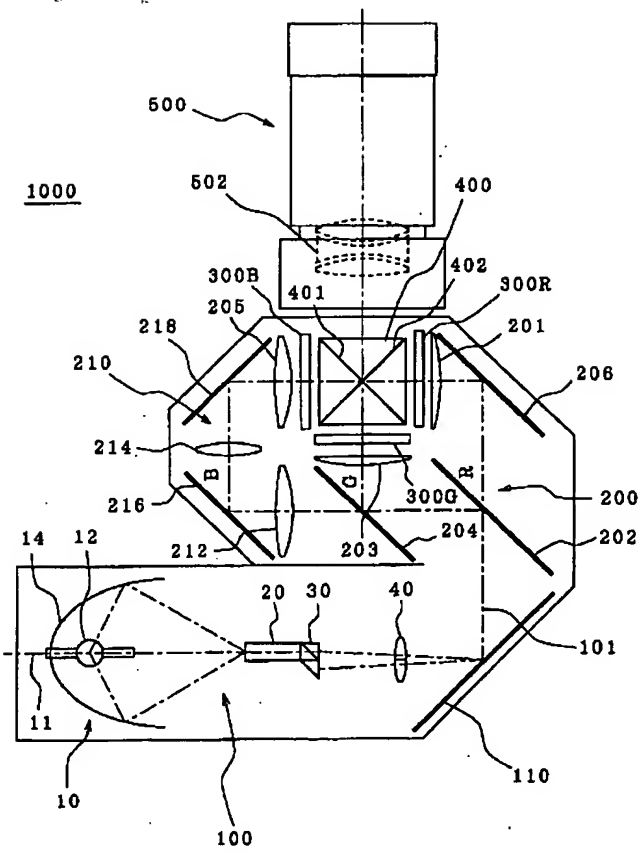
[Drawing 4]



[Drawing 6]

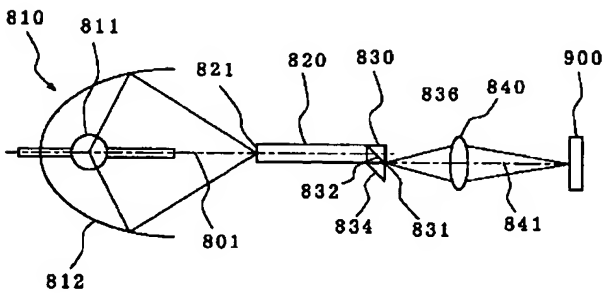


[Drawing 7]



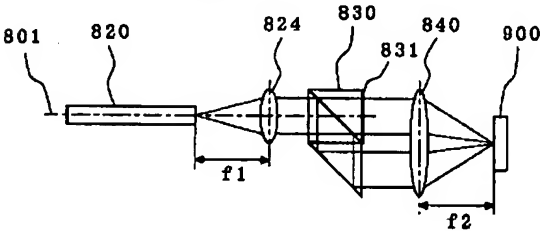
[Drawing 9]

800

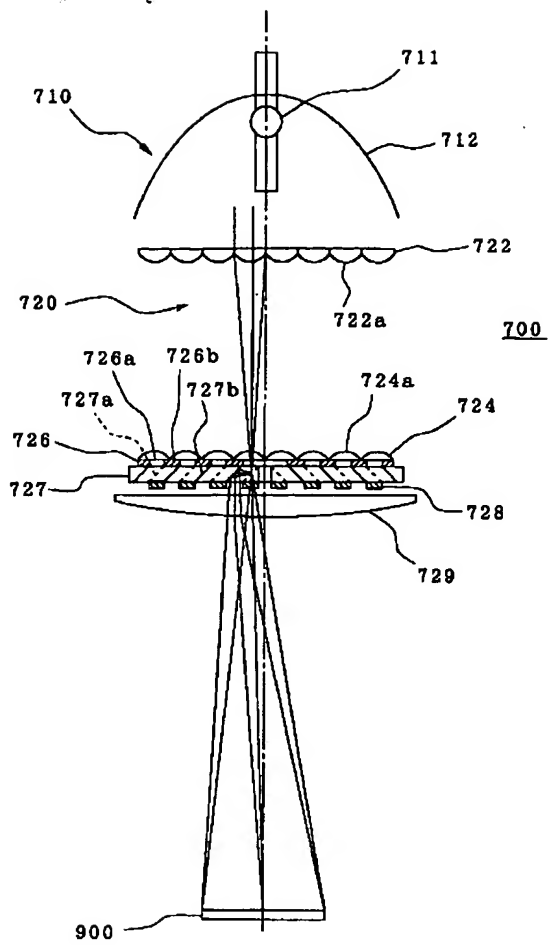


[Drawing 10]

802



[Drawing 8]



[Translation done.]